

中国蕨类植物孢子形态的研究 . 凤尾蕨科

戴锡玲^{1,2}, 王全喜², 于晶², 朱瑞良¹

(1 华东师范大学生命科学学院, 上海 200062; 2 上海师范大学生命与环境科学学院, 上海 200234)

摘要: 利用扫描电镜对国产凤尾蕨科 (Pteridaceae) 2 属 30 种 4 变种植物孢子进行了观察。其中凤尾蕨属 (*Pteris*) 29 种 4 变种, 孢子三裂缝, 辐射对称; 极面观为钝三角形, 赤道面观为半圆形或超半圆形; 孢子极轴长 26~54 μm , 赤道轴长 34~97 μm ; 外壁厚, 形成孢子表面纹饰的轮廓; 周壁薄, 紧贴于外壁上; 多数种类孢子外壁具沿赤道加厚的赤道环, 孢子表面呈瘤块状、疣块状, 或隆起的脊连成网状或拟网状等纹饰, 有的种类具近极脊和远极脊。凤尾蕨属植物孢子的形态稳定, 种间差异明显, 但孢子形态特征与孢子体的形态特征是不相关的。栗蕨属 (*Histiopteris*) 植物孢子为单裂缝, 两侧对称, 极面观椭圆形, 赤道面观豆形; 孢子极轴长 22~23 μm , 赤道轴长 29~36 μm ; 周壁很薄, 由外壁形成孢子纹饰的轮廓; 表面呈粗的块状纹饰。从孢子形态上看, 栗蕨属与凤尾蕨属有很大差异, 将其放在一个科中不合适。

关键词: 凤尾蕨科; 孢子形态; 蕨类植物; 中国

中图分类号: Q 944 文献标识码: A 文章编号: 0253 - 2700 (2005) 05 - 0489 - 12

Spore Morphology of Pteridophytes from China . Pteridaceae

DAI Xi-Ling^{1,2}, WANG Quan-Xi^{2 **}, YU Jing², ZHU Rui-Liang¹

(1 College of Life Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China; 2 College of Life and Environment Sciences, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China)

Abstract: The spore morphology of 30 species 4 variety of 2 genera of Pteridaceae from China was investigated under scanning electron microscope (SEM). Among them, 29 species 4 variety belong to the genus *Pteris*. The spores of *Pteris* are trilete, radiosymmetrical, subtriangular in polar view and hemispherical or subhemispherical in equatorial view. The polar axes are 26 - 54 μm long, and equatorial axes are 34 - 97 μm long. The perispore is thin and the surface ornamentation is formed by the exospore. The types of ornamentation are tuberculiform-rugulate, vernuciform-rugulate or lophate, the spore of most species with the equatorial flange, some species with proximal ridge and distal ridge. The spore morphology of *Pteris* is stable, and the difference between species is distinct, but the features of spore and sporophyte are not related. The spore of *Histiopteris* is monolete and bilaterally symmetrical, elliptical in polar view and kidney-shaped in equatorial view. The polar axes are 22 - 23 μm long, and equatorial axes are 29 - 36 μm long. The perispore is thin and the surface ornamentation is formed by the exospore. The surface is rugu-

基金项目: 国家自然科学基金 (No. 30270088; C39470067)

通讯作者: Corresponding author. E - mail: wangqx@shnu.edu.cn

收稿日期: 2005-02-22, 2005-04-19 接受发表

作者简介: 戴锡玲 (1973-) 女, 讲师, 在读博士生, 主要从事植物学教学与科研。

late. The spore morphology of *Histiopteris* and *Pteris* is very differential, put genus *Histiopteris* in family Pteridaceae is not suitable, according to the feature of spore morphology.

Key words: Pteridaceae; Spore morphology; Pteriophyte; China

凤尾蕨科 (Pteridaceae) 约有 10 属, 400 余种, 分布于世界热带和亚热带地区, 尤以热带美洲为多。其中凤尾蕨属 (*Pteris*) 是种类最多的一个属, 约有 300 种。中国现有凤尾蕨科 2 属 67 种 (邢公侠, 1990), 以华南和西南为其分布中心, 少数种类向北到达华东及秦岭南坡 (吴兆洪, 1990)。

国产凤尾蕨科植物孢子形态的光镜研究工作主要有张玉龙等 (1976) 和黄增泉 (1978, 1981)。张玉龙等在《中国蕨类植物孢子形态》一书中记述了本科 2 属 52 种孢子形态, 其中 2 属 24 种被《中国植物志》第三卷第一分册收录, 其余为同物异名或裸名。黄增泉 (1981) 在《Spore Flora of Taiwan》一书中记述了产自我国台湾省的凤尾蕨属 25 种 (其中 2 种未被《中国植物志》收录)、栗蕨属 (*Histiopteris*) 1 种, 共 26 种植物的孢子形态。有关此科植物孢子形态扫描电镜的工作国内尚无报道, 国外主要有 Tryon and Lugardon (1991) 对本科 34 属 395 种 (按 A. R. Smith 1990 年系统) 的孢子形态进行了观察和比较, 其中 6 种我国有分布。以上工作表明, 有关我国凤尾蕨科植物孢子形态的报道主要还是停留在光镜水平的描述工作上, 而电镜下的研究还很少。

扫描电镜可以更清楚地观察到孢子表面的纹饰结构和孢子的立体形态, 在我们“中国蕨类植物孢子形态”的系列研究中, 利用扫描电镜研究国产蕨类植物的孢子形态以及与蕨类系统分类之间的关系, 现已发表了海金沙科 (王全喜等, 2001)、中国蕨科 (于晶等, 2002)、金星蕨科 (戴绍军等, 2002, 2005) 和铁角蕨科 (戴锡玲等, 2005)。本文利用扫描电镜对我国产凤尾蕨科 2 属 30 种 4 变种植物的孢子进行了观察, 记录并描述其形态特征, 从孢粉学的角度探讨了本科的系统演化和分类, 为孢粉学和蕨类植物的系统学研究提供资料。

1 材料与方法

本文所用孢子有 20 种取自中国科学院植物研究所植物标本馆 (PE), 9 种取自贵州植物园 (GBG), 3 种取自贵州科学院生物研究所蕨类植物标本室 (HGAS), 2 种取自上海师范大学植物标本室 (STU), 材料来源及相关资料见表 1。

将干燥成熟的孢子直接均匀地撒在双面胶带上, 然后固定在样品台上, 经喷金后置于 HITACHI-520 型扫描电子显微镜下观察, 选择有代表性的孢子进行照相。孢子大小为测量 20 个孢子平均值的整数值, 孢子的形态描述参照 Tryon and Lugardon (1991)、王全喜和于晶 (2003) 所使用的术语。

2 结果与分析

我们观察的凤尾蕨科两属植物的孢子形态差异很大, 凤尾蕨属植物孢子为三裂缝, 孢子较大; 栗蕨属植物孢子为单裂缝, 孢子较小, 下面分别描述。

2.1 凤尾蕨属植物的孢子形态特征

孢子辐射对称。极面观为钝三角形; 赤道面观为半圆形、超半圆形或椭圆形。孢子极轴长 26~54 μm , 赤道轴长 34~97 μm 。具三裂缝 (少数为单裂缝), 长度为孢子半径的 2~3 或几达孢子赤道面。外壁厚, 形成孢子表面纹饰的轮廓。周壁薄, 紧贴于外壁上, 不易剥落。

表 1 中国凤尾蕨科 2 属 34 个分类群的孢子形态特征

Table 1 Spore morphology of 34 taxons in 2 genera of Pteridaceae from China

分类群 Taxon	大小 Size (μm)	表面纹饰 Ornamentation	凭证标本 Voucher	图 Figs
林下凤尾蕨 <i>Pteris grevilleana</i> Wall . ex Agardh	36 × 46	带刺的瘤状纹饰* tuberculate	中苏考察团 (Sino-Russia Exped .) 4065 (PE) 云南河口 (Hekou, Yunnan)	1, 2
疏羽半边旗 <i>P. dissitifolia</i> Bak .	28 × 46	近极面颗粒状, 远极面瘤状纹饰 tuberculate	中苏考察团 (Sino-Russia Exped .) 2712 (PE); 云南 (Yunnan)	3
线羽凤尾蕨 <i>P. linearis</i> Poir .	35 × 51	近极面颗粒状, 远极面疣块状 verrucate-rugulate	Anonymous 1025 (PE) 广西百色 (Baise, Guangxi)	4, 5
华中凤尾蕨 <i>P. kiuschiiensis</i> var. <i>centro-chinensis</i> Ching et S.H.Wu	36 × 52	近极面颗粒状, 远极面疣块状 verrucate-rugulate	吴世福 (S. F. Wu) 5289 (STU) 湖南毛家 (Maojia, Hunan)	6
斜羽凤尾蕨 <i>P. oshimensis</i> Hieron .	38 × 51	瘤块状纹饰 tuberculate-rugulate	李学根 (X. G. Li) 01895 (PE) 广东平县 (Pingxian, Guangdong)	7, 8
平羽凤尾蕨 <i>P. kiuschiiensis</i> Hieron .	38 × 50	瘤块状纹饰 tuberculate-rugulate	Anonymous 4348 (PE) 江西瑞金 (Ruijin, Jiangxi)	9, 10
疏裂凤尾蕨 <i>P. finotii</i> Christ	30 × 41	瘤块状纹饰 tuberculate-rugulate	冯国楣 (G. M. Feng) 20385 (PE) 云南西双版纳 (Xishuangbanna, Yunnan)	11
傅氏凤尾蕨 <i>P. fauriei</i> Hieron .	40 × 50	瘤块状纹饰 tuberculate-rugulate	王中仁 (Z. R. Wang) 746 (PE) 云南马关 (Maguan, Yunnan)	12, 13
溪边凤尾蕨 <i>P. excelsa</i> Gaud .	30 × 41	瘤块状纹饰 tuberculate-rugulate	武素功 (S. G. Wu) 4138 (PE) 云南马关 (Maguan, Yunnan)	14, 15
欧洲凤尾蕨 <i>P. cretica</i> L. Mant .	36 × 50	瘤块状纹饰 tuberculate-rugulate	王用平等 (Y.P. Wang) s.n. (GBG) 贵州贵阳 (Guizhou, Guiyang)	17, 18
粗糙凤尾蕨 <i>P. cretica</i> var. <i>laeta</i> (Wall . ex Ettingsh .) C. Chr . et Tard .	37 × 52	近极面瘤块状, 远极面拟网状 脊状 lophate	王用平等 (Y.P. Wang) s.n. (GBG) 贵州贵阳 (Guizhou, Guiyang)	20
凤尾蕨 <i>P. cretica</i> var. <i>nervosa</i> (Thunb .) Ching et S.H.Wu	38 × 47	近极面瘤块状, 远极面拟网状 脊状 lophate	王用平等 (Y.P. Wang) s.n. (GBG) 贵州贵阳 (Guizhou, Guiyang)	21, 22
银叶凤尾蕨 <i>P. cretica</i> var. <i>silvestris</i> X. Y. Wang et P.S. Wang	38 × 48	近极面矮瘤状, 远极面瘤块状 tuberculate-rugulate	王用平等 (Y.P. Wang) s.n. (GBG) 贵州贵阳 (Guizhou, Guiyang)	23, 24
刺齿半边旗 <i>P. dispar</i> Kze .	31 × 49	近极面瘤状, 远极面拟网状脊状 lophate	Anonymous 3130 (PE) 江西合昌 (Hechang, Jiangxi)	16, 19
西南凤尾蕨 <i>P. wallichiana</i> Agardh	37 × 47	近极面矮瘤状, 远极面瘤块状 tuberculate-rugulate	王用平等 (Y.P. Wang) s.n. (GBG) 贵州贵阳 (Guizhou, Guiyang)	25, 26
井栏边草 <i>P. multifida</i> Poir .	32 × 40	近极面瘤块状, 远极面脊状和瘤状 lophate, tuberculate	王全喜等 (Q.X. Wang) s.n. (GBG) 贵州贵阳 (Guizhou, Guiyang)	27
狭叶凤尾蕨 <i>P. henryi</i> Christ	27 × 35	近极面瘤块状, 远极面拟网状脊状 lophate	张宪春 (X. C. Zhang) 919 (PE) 四川贡嘎山 (Mt. Gonggashan, Sichuan)	28, 29
两广凤尾蕨 <i>P. maclarei</i> Ching	24 × 34	具裂缝边缘, 远极面网状脊和瘤状 lophate, tuberculate	黄志 (C. Wang) 31572 (PE) 广东 (Guangdong)	30, 31
日本凤尾蕨 <i>P. nipponica</i> Shieh	36 × 47	瘤块状纹饰 tuberculate-rugulate	王用平等 (Y.P. Wang) s.n. (GBG) 贵州贵阳 (Guizhou, Guiyang)	32, 33
隆林凤尾蕨 <i>P. splendida</i> Ching ex Ching et S. H. Wu	31 × 39	瘤块状纹饰 tuberculate-rugulate	王锋 (F. Wang) 216 (HGAS) 贵州望谟 (Wangmo, Guizhou)	34, 35

续表 1

分类群 Taxon	大小 Size (μm)	表面纹饰 Ornamentation	凭证标本 Voucher	图 Figs
红杆凤尾蕨 <i>P. amoena</i> Bl.	35 × 45	瘤块状纹饰 tuberculate-rugulate	王中仁 (Z. R. Wang) 470a (PE) 云南广南 (Guangnan, Yunnan)	36, 37
条纹凤尾蕨 <i>P. cadiieri</i> Christ	41 × 50	瘤块状纹饰 tuberculate-rugulate	刘心祈 (S. K. Liu) 2134 (PE) 广东翁源 (Wengyuan, Guangdong)	38
鸡爪凤尾蕨 <i>P. gallinipes</i> Ching ex Ching et S. H. Wu	34 × 43	瘤块状纹饰 tuberculate-rugulate	邢公侠 (G. X. Xing) 1203 (PE) 四川峨眉山 (Mt. Emeishan, Sichuan)	48, 49
岩凤尾蕨 <i>P. deltodon</i> Bak.	39 × 49	疣块状纹饰 verrucate-rugulate	王锋 (F. Wang) 90376 (HGAS) 贵州麻江 (Majiang, Guizhou)	39, 40
猪鬃凤尾蕨 <i>P. actinopteroides</i> Christ	40 × 50	脊状和瘤块状 lophate, tuberculate-rugulate	邓止善 (C. S. Deng) 334 (PE) 四川峨眉山 (Mt. Emeishan, Sichuan)	46, 47
有刺凤尾蕨 <i>P. setuloso-costulata</i> Hayata	45 × 57	具近极脊和远极脊, 远极面瘤块状 tuberculate-rugulate	王用平等 (Y. P. Wang) s. n. (GBG) 贵州贵阳 (Guiyang, Guizhou)	44, 45
紫轴凤尾蕨 <i>P. aspericaulis</i> Wall. ex Hieron.	37 × 52	具近极脊和远极脊, 远极面拟网状脊状 lophate	F. Ludlow et al. 6697 (PE) 西藏 (Xizang)	43
蜈蚣草 <i>P. vittata</i> L.	32 × 43	具近极脊和远极脊, 远极面网状脊和瘤 lophate, tuberculate	吴世福 (S. F. Wu) S513 (STU) 湖南阮凌 (Ruanling, Hunan)	41, 42
华南凤尾蕨 <i>P. austro-sinica</i> (Ching) Ching	32 × 46	具近极脊和远极脊, 疣块状纹饰 verrucate-rugulate	高锡明 (X. M. Gao) 51299 (PE) 广东信宜 (Xinyi, Guangdong)	50, 51
剑叶凤尾蕨 <i>P. ensiformis</i> Burn.	35 × 44	具远极脊, 瘤刺状纹饰 tuberculate-echinate	王用平等 (Y. P. Wang) s. n. (GBG) 贵州贵阳 (Guiyang, Guizhou)	52, 53
全缘凤尾蕨 <i>P. insignis</i> Mett. ex Kuhn	34 × 50	具远极脊, 瘤块状纹饰 tuberculate-rugulate	裘佩喜 (P. X. Qiu) 1533 (PE) 福建肖竹凹 (Xiaozhu 'ao, Fujian)	54, 55
狭眼凤尾蕨 <i>P. biaurita</i> L.	43 × 55	具远极脊, 瘤块状纹饰 tuberculate-rugulate	秦仁昌 (R. C. Ching) 50942 (PE) 云南滇西 (Dianxi, Yunnan)	56, 57
阔叶凤尾蕨 <i>P. esquirolii</i> Christ	44 × 54	具远极脊, 瘤块状纹饰 tuberculate-rugulate	邢公侠 (G. X. Xing) 1245 (PE) 四川峨眉山 (Mt. Emeishan, Sichuan)	58, 59

* 不具赤道环。

多数种类孢子外壁具沿赤道加厚的赤道环 (equatorial flange), 孢子表面呈瘤块状、疣块状, 或隆起的脊连成网状或拟网状等纹饰, 有的种类沿赤道环形成环状纹饰, 靠近近极面的称近极脊 (proximal ridge), 靠近远极面的称远极脊 (distal ridge)。赤道环是此属孢子的重要特征, 根据赤道环的有无和沿赤道环形成的环状纹饰的情况, 划分为以下类型:

不具赤道环: 在我们的观察中只有林下凤尾蕨 (*Pteris grevilleana*) 属此类型, 孢子无赤道环, 在孢子的近极面和远极面均具有大小不等的瘤状纹饰, 瘤的表面具小刺。

具赤道环, 不具近极脊和远极脊: 本属大多数种类属此类型, 远极面的纹饰和近极面的纹饰常常不一样, 纹饰的基本类型是块状、瘤状、脊状等, 多为混合和过渡类型。

瘤块状纹饰 (tuberculate-rugulate): 这是凤尾蕨属最常见的类型, 孢子远极面具瘤块状纹饰, 近极面具矮瘤状或瘤块状纹饰。斜羽凤尾蕨 (*P. oshimensis*)、平羽凤尾蕨 (*P. kiuschiuensis*)、疏裂凤尾蕨 (*P. finotii*) 等 13 种都属于此种类型。疣块状纹饰 (verrucate-rugulate): 在孢子的远极面上具疣块状纹饰, 近极面的纹饰为颗粒状或疣块状。线羽凤尾蕨

(*P. linearis*)、华中凤尾蕨 (*P. kiuschuiensis* var. *centro-chinensis*)、岩凤尾蕨 (*P. deltodon*) 等属于此类型。脊状纹饰 (lophate): 孢子的远极面具脊状纹饰, 再由脊连成网状或拟网状, 有些种类在网眼间有瘤或瘤块状纹饰出现; 近极面具瘤状或瘤块状纹饰, 具或不具裂缝边缘隆起。刺齿半边旗 (*P. dispar*)、凤尾蕨 (*P. cretica* var. *nervosa*)、狭叶凤尾蕨 (*P. henryi*)、两广凤尾蕨 (*P. maclarei*)、猪鬃凤尾蕨 (*P. actiniopteroides*)、井栏边草 (*P. multifida*) 和粗糙凤尾蕨 (*P. cretica* var. *laeta*) 等属此类型。瘤刺状纹饰 (tuberculate-echinate): 在孢子近极面和远极面均具有瘤形的刺。在我们的观察中只有剑叶凤尾蕨 (*P. ensiformis*) 属此类型。

具赤道环, 在赤道环的两边具近极脊和远极脊: 我们的观察中有 4 种属于此种类型, 在孢子表面具脊状纹饰, 形成网状 (蜈蚣草 *P. vittata*) 或拟网状 (紫轴凤尾蕨 *P. aspericaulis*), 瘤块状 (华南凤尾蕨 *P. austro-sinica*) 或瘤块状 (有刺凤尾蕨 *P. setuloso-costulata*) 纹饰。

具赤道环和远极脊, 不具近极脊: 在孢子的中部具赤道环, 赤道环的靠近远极面的一边具一条与赤道环平行的远极脊。在我们观察的种类中, 有 4 种属于此种类型。其中剑叶凤尾蕨 (*P. ensiformis*) 表面呈瘤刺状纹饰; 全缘凤尾蕨 (*P. insignis*)、狭眼凤尾蕨 (*P. biaurita*) 和阔叶凤尾蕨 (*P. esquirolii*) 表面均为不规则的瘤块状纹饰。

本属植物的孢子表面纹饰常常是不规则或瘤、块、疣、脊、刺混合的类型, 有的种类在裂缝的两边还有条状隆起的裂缝边缘 (laesural ridge)。我们观察的凤尾蕨属 33 种 (包括变种) 植物孢子的形态相关资料列于表 1。

2.2 栗蕨属植物的孢子形态特征

栗蕨属我国只有 1 种, 产台湾、广东、海南、广西和云南。我们对此种植物的孢子形态进行了观察。

栗蕨 *Histiopteris incisa* (Thunb.) J. Sm. 图版 : 60 ~ 61

孢子两侧对称, 极面观椭圆形, 赤道面观豆形。孢子极轴长 22 ~ 23 μm ; 赤道轴长 29 ~ 36 μm 。单裂缝, 裂缝长度为孢子全长的 3/4 或几达赤道面。外壁厚, 形成孢子纹饰的轮廓。周壁很薄, 覆盖在外壁上。表面呈粗的块状纹饰。

植物标本采自贵州兴仁 (Xingren, Guizhou), 党成忠 (C. C. Dang), 070 (HGAS)。

3 讨论

3.1 关于凤尾蕨属孢子形态的特征

凤尾蕨属约有 300 种, 我国有 68 种 (吴兆洪, 1991), 我们观察了其中 29 种 4 变种植物的孢子, 结果表明本属孢子的主要形态特征是三裂缝; 绝大多数具赤道环; 表面纹饰都由外壁形成。表面纹饰多样, 多为瘤块状、疣块状、块状、脊状等, 有的是几种纹饰的混合。赤道环、近极脊和远极脊的有无是本属植物孢子重要特征, 是比较稳定的。三裂缝也是本属植物孢子重要的特点, 但在本属标本中常出现单裂缝的情况和过渡类型。

3.2 关于凤尾蕨属孢子形态与系统分类关系

凤尾蕨属各种的孢子形态特征比较稳定, 种间差异明显, 特别是赤道环、近极脊和远极脊的有无, 可以把凤尾蕨属植物的孢子形态分成几组。但是, 孢子形态特征与孢子体特征的划分却没有相关性。在秦仁昌 (1991) 系统中, 我国产的种类根据孢子体特征分属于 3 个组, 即凤尾蕨组、篦形凤尾蕨组和网眼凤尾蕨组。为了能更好地说明问题, 我们选择的标

本是各组中有代表性的种类。分析结果显示：按孢子赤道环的有无、近极脊和远极脊的有无进行划分种组，与依据孢子体特征进行划分种组，其结果是完全不一致的，如：在我们观察到的都具有赤道环、近极脊和远极脊的4个种，蜈蚣草（*P. vittata*）属于凤尾蕨组；有刺凤尾蕨（*P. setuloso-costulata*）和紫轴凤尾蕨（*P. aspericaulis*）属于篦形凤尾蕨组；而华南凤尾蕨（*P. austro-sinica*）属于网眼凤尾蕨组。孢子表面纹饰类型与依据孢子体特征划分种组也不相关，如：狭眼凤尾蕨（*P. biaurita*）和阔叶凤尾蕨（*P. esquirolii*）的孢子纹饰很相似，但狭眼凤尾蕨属于网眼凤尾蕨组，而阔叶凤尾蕨则属于凤尾蕨组；同属于篦形凤尾蕨组的林下凤尾蕨（*P. grevilleana*）是瘤状纹饰，线羽凤尾蕨（*P. linearis*）属于疣块状纹饰，刺齿半边旗（*P. dispar*）则是脊状纹饰。由此可见，凤尾蕨属种的孢子赤道环、近极脊和远极脊的有无、孢子表面纹饰类型等特征与根据孢子体特征划分的组之间没有相关性。

凤尾蕨属作为一个属，属的孢子形态特征是明显的，它与同科的栗蕨属差异极大，但它与中国蕨科（Sinopteridaceae）的金粉蕨属（*Onychium*）（于晶等，2001）的孢子形态非常相似，孢子都为钝三角形，沿裂缝两侧各有一脊状隆起和瘤状纹饰，周壁薄，由外壁形成表面纹饰的轮廓，具赤道环、近极脊和远极脊。从孢子形态上看，两者有较近的亲缘关系。

3.3 关于栗蕨属的分类位置

栗蕨属约有7种，我国有1种（吴兆洪等，1991），现有关此属孢子的研究报道只有栗蕨1个种，该种孢子的形态与凤尾蕨属孢子有显著的不同，其孢子单裂缝，两侧对称，极面观椭圆形，赤道面观豆形，形成孢子纹饰轮廓的外壁厚，薄的周壁覆盖在外壁上。不具赤道环。表面纹饰为粗的块状纹饰。因此，栗蕨属与凤尾蕨属的孢子形态差异很大，从孢粉学角度看，两者同属凤尾蕨科是不合适的。

关于栗蕨属的分类地位一直有争议，有的学者将它放在姬蕨科（Hypolepidaceae）（Pichi-Sermolli，1977），也有的将它归属于碗蕨科（Dennstaedtiaceae）（Tryon and Lugardon，1991）。Tryon and Lugardon（1991）观察的碗蕨科孢子都为具三裂缝的，所以将具单裂缝的栗蕨属放在碗蕨科不合适；而姬蕨科孢子具单裂缝，由周壁形成的表面纹饰为刺状，有时为粗刺或连成脊状或连成网状，栗蕨属虽也为单裂缝，但两者表面纹饰的形成和类型有明显差异。从孢子形态上看，它与曲轴蕨属（*Paesia*）的一些种类接近（Tryon and Lugardon，1991），与凤尾蕨属的孢子形态差异较大，放在凤尾蕨科是不合适的，有关栗蕨属的分类地位需进一步的研究。

致谢 中国科学院植物研究所标本馆（PE）张宪春研究员，贵州科学院蕨类植物标本室（GHAS）王培善研究员，贵州植物园（GBG）王用平先生，上海师范大学植物标本室（STU）吴世福教授等提供孢子并给予帮助；哈尔滨师范大学张大维同志协助完成扫描电镜工作。

[参 考 文 献]

邢公侠等，1990. 中国植物志第3卷第1分册 [M]. 北京：科学出版社

张玉龙，席以珍，张金谈等，1976. 中国蕨类植物孢子形态 [M]. 北京：科学出版社

吴兆洪，秦仁昌，1991. 中国蕨类植物科属志 [M]. 北京：科学出版社

Dai SJ (戴绍军), Wang QX (王全喜), Bao WM (包文美), et al, 2002. Spore morphology of pteridophytes from China Thelypteridaceae 1. *Cyclosorus* Link [J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 40 (4): 334—344

Dai SJ (戴绍军), Wang QX (王全喜), Bao WM (包文美), *et al*, 2005. Spore morphology of pteridophytes from China . Thelypteridaceae 2. [J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 43 (3): 233—245

Dai XL (戴锡玲), Wang QX (王全喜), Bao WM (包文美), 2005. Spore morphology of pteridophytes from China . Aspleniacae [J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 43 (3): 246—261

Huang TC (黄增泉), 1978. Miocene Palynomorphs of Taiwan [M]. Bot. Bull. Acad. Sin

Huang TC (黄增泉), 1981. Spore Flora of Taiwan [M]. Taipei: Meitai Color Print Co. Ltd

Pichi-Sermolli REG, 1977. Tentamen pteridophytorum genera, In taxonomicum oïdinem redigendi [J]. *Webbia*, 31 (2): 313—512

Tryon AF, Lugardon B, 1991. Spores of the Pteridophyta [M]. New York: Springer-Verlag

Wang QX (王全喜), Yu J (于晶), Zhang XC (张宪春), *et al*, 2001. Spore morphology of pteridophytes from China . Lygodiaceae [J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 39 (1): 8—44

Wang QX (王全喜), Yu J (于晶), 2003. Classification of spore ornamentation in Filicales under SEM [J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), 25 (3): 13—320

Yu J (于晶), Wang QX (王全喜), Bao WM (包文美), 2001. Spore morphology of pteridophytes from China . Sinopteridaceae [J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 39 (3): 224—233

图版说明

图版 : 1~13. 1~2. 林下凤尾蕨; 3. 疏羽半边旗; 4~5. 线羽凤尾蕨; 6. 华中凤尾蕨; 7~8. 斜羽凤尾蕨; 9~10. 平羽凤尾蕨; 11. 疏裂凤尾蕨; 12~13. 傅氏凤尾蕨 (1, 2~13. $\times 1$ 100; 2. $\times 2$ 670)

图版 : 14~26. 14~15. 溪边凤尾蕨; 17~18. 欧洲凤尾蕨; 16, 19. 刺齿半边旗; 20. 粗糙凤尾蕨; 21~22. 凤尾蕨; 23~24. 银叶凤尾蕨; 25~26. 西南凤尾蕨 (14~16, 19, 21. $\times 1$ 100; 17~18, 20, 22~26. $\times 1$ 000)

图版 : 27~40. 27. 井栏边草; 28~29. 狹叶凤尾蕨; 30~31. 两广凤尾蕨; 32~33. 日本凤尾蕨; 34~35. 隆林凤尾蕨; 36~37. 红杆凤尾蕨; 38. 条纹凤尾蕨; 39~40. 岩凤尾蕨 (27, 32~33, 39~40. $\times 1$ 000; 28~31, 36~38. $\times 1$ 100; 34~35. $\times 1$ 300)

图版 : 41~49. 41~42. 蜈蚣草; 43. 紫轴凤尾蕨; 44~45. 有刺凤尾蕨; 46~47. 猪鬃凤尾蕨; 48~49. 鸡爪凤尾蕨 (41~43, 46~49. $\times 1$ 100; 44~45. $\times 1$ 000)

图版 : 50~61. 50~51. 华南凤尾蕨; 52~53. 剑叶凤尾蕨; 54~55. 全缘凤尾蕨; 56~57. 狹眼凤尾蕨; 58~59. 阔叶凤尾蕨; 60~61. 栗蕨 (50~51, 54~59. $\times 1$ 100; 52~53. $\times 1$ 000; 60~61. $\times 1$ 300)

Explanation of Plates

Plate : 1-13. 1-2. *Pteris grevilleana* Wall. ex Agardh; 3. *P. dissitifolia* Bak.; 4-5. *P. linearis* Poir.; 6. *P. kiuschiiensis* var. *centro-chinensis* Ching et S. H. Wu; 7-8. *P. oshimensis* Hieron.; 9-10. *P. kiuschiiensis* Hieron.; 11. *P. finotii* Christ; 12-13. *P. fauriei* Hieron. (1, 2-13. $\times 1$ 100; 2. $\times 2$ 670)

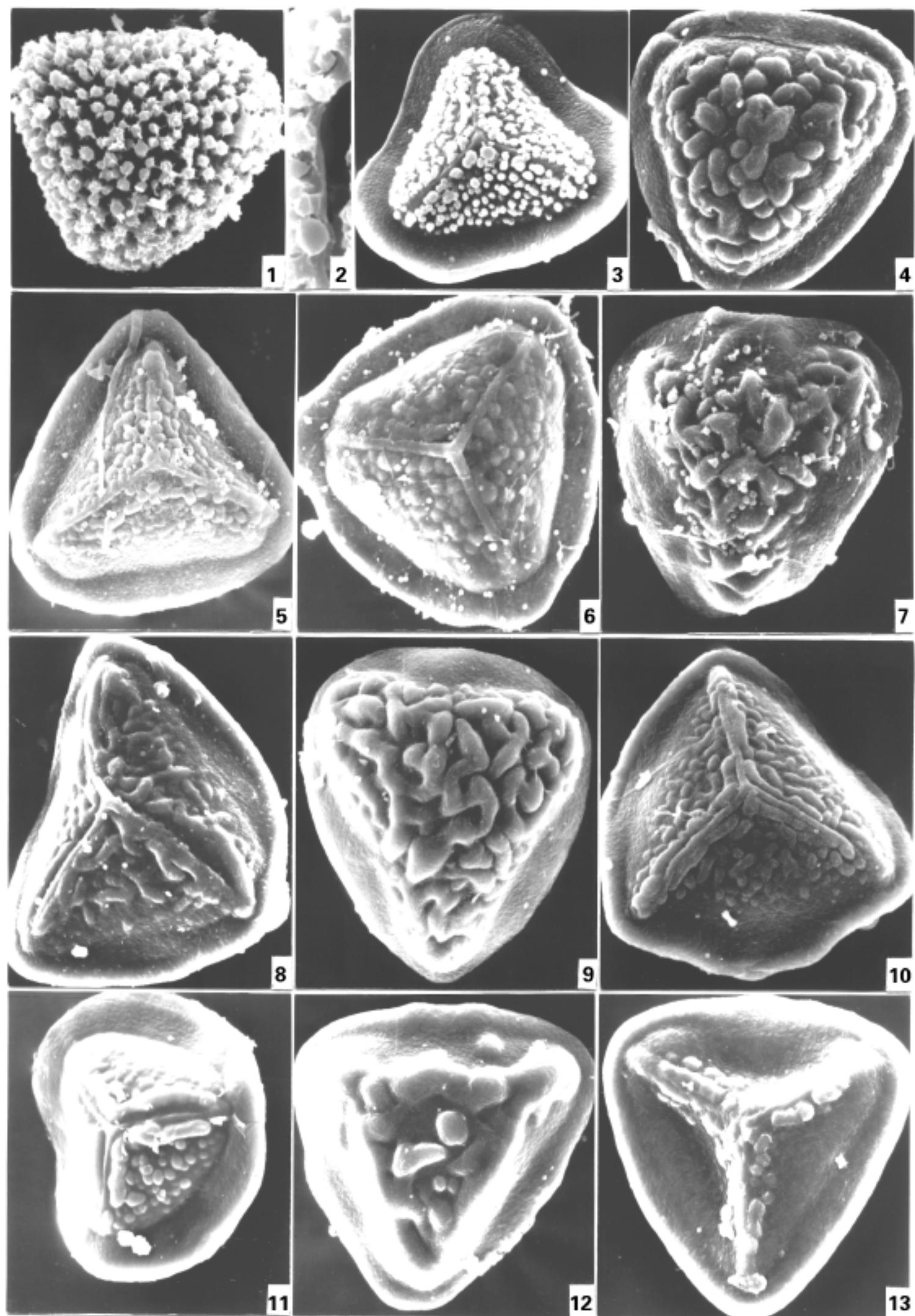
Plate : 14-26. 14-15. *P. excelsa* Gaud.; 17-18. *P. cretica* L. Mant.; 16, 19. *P. dispar* Kze.; 20. *P. cretica* var. *laeta* (Wall. ex Ettingsh.) C. Chr. et Tard.; 21-22. *P. cretica* var. *nervosa* (Thunb.) Ching et S. H. Wu; 23-24. *P. cretica* var. *si-vestris* X. Y. Wang et P. S. Wang; 25-26. *P. wallichiana* Agardh (14-16, 19, 21. $\times 1$ 100; 17-18, 20, 22-26. $\times 1$ 000)

Plate : 27-40. 27. *P. multifida* Poir.; 28-29. *P. henryi* Christ; 30-31. *P. maclarei* Ching; 32-33. *P. nipponica* Shieh; 34-35. *P. splendida* Ching ex Ching et S. H. Wu; 36-37. *P. amoena* Bl.; 38. *P. cadieri* Christ; 39-40. *P. deltodon* Bak. (27, 32-33, 39-40. $\times 1$ 000; 28-31, 36-38. $\times 1$ 100; 34-35. $\times 1$ 300)

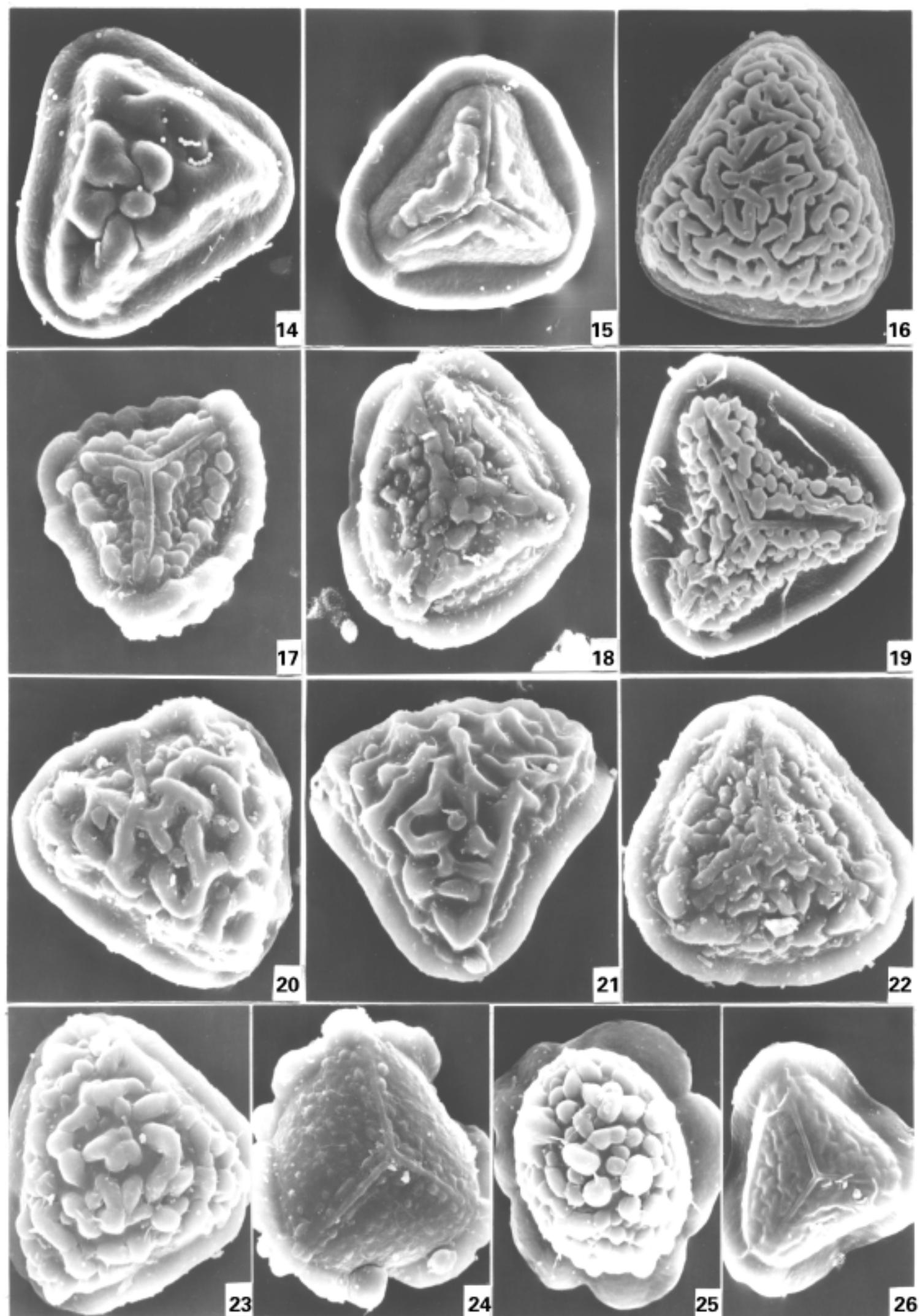
Plate : 41-49. 41-42. *P. vittata* L.; 43. *P. aspericaulis* Wall. ex Hieron.; 44-45. *P. setuloso-costulata* Hayata; 46-47. *P. actiniopteroides* Christ; 48-49. *P. gallinopes* Ching ex Ching et S. H. Wu (41-43, 46-49. $\times 1$ 100; 44-45. $\times 1$ 000)

Plate : 50-61. 50-51. *P. austro-sinica* (Ching) Ching; 52-53. *P. ensiformis* Burm.; 54-55. *P. insignis* Mett. ex Kuhn; 56-57. *P. biaurita* L.; 58-59. *P. esquirolii* Christ; 60-61. *Histiopteris incisa* (Thunb.) J. Sm. (50-51, 54-59. $\times 1$ 100; 52-53. $\times 1$ 000; 60-61. $\times 1$ 300)

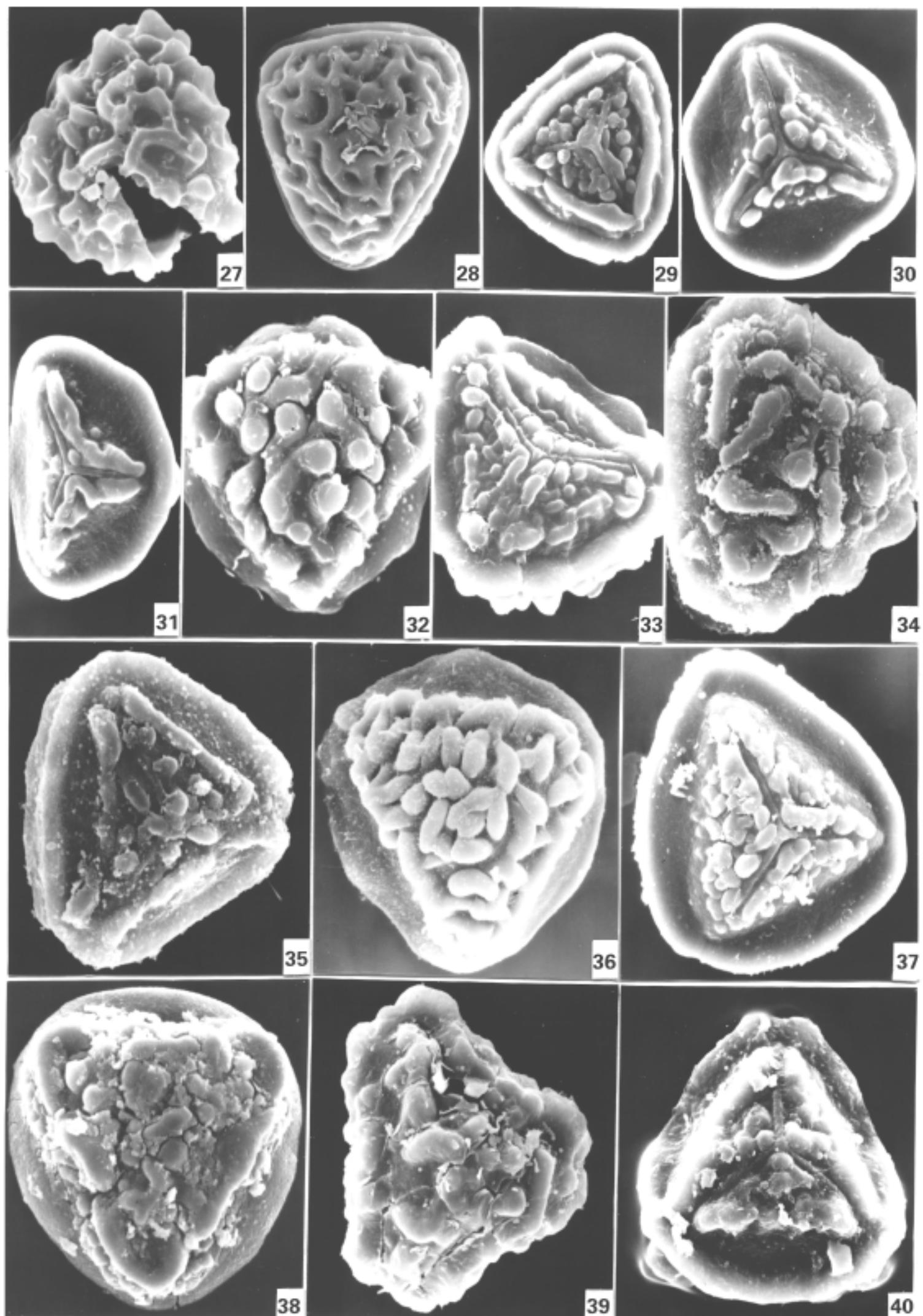
戴锡玲等: 图版

DAI Xi-Ling *et al*: Plate

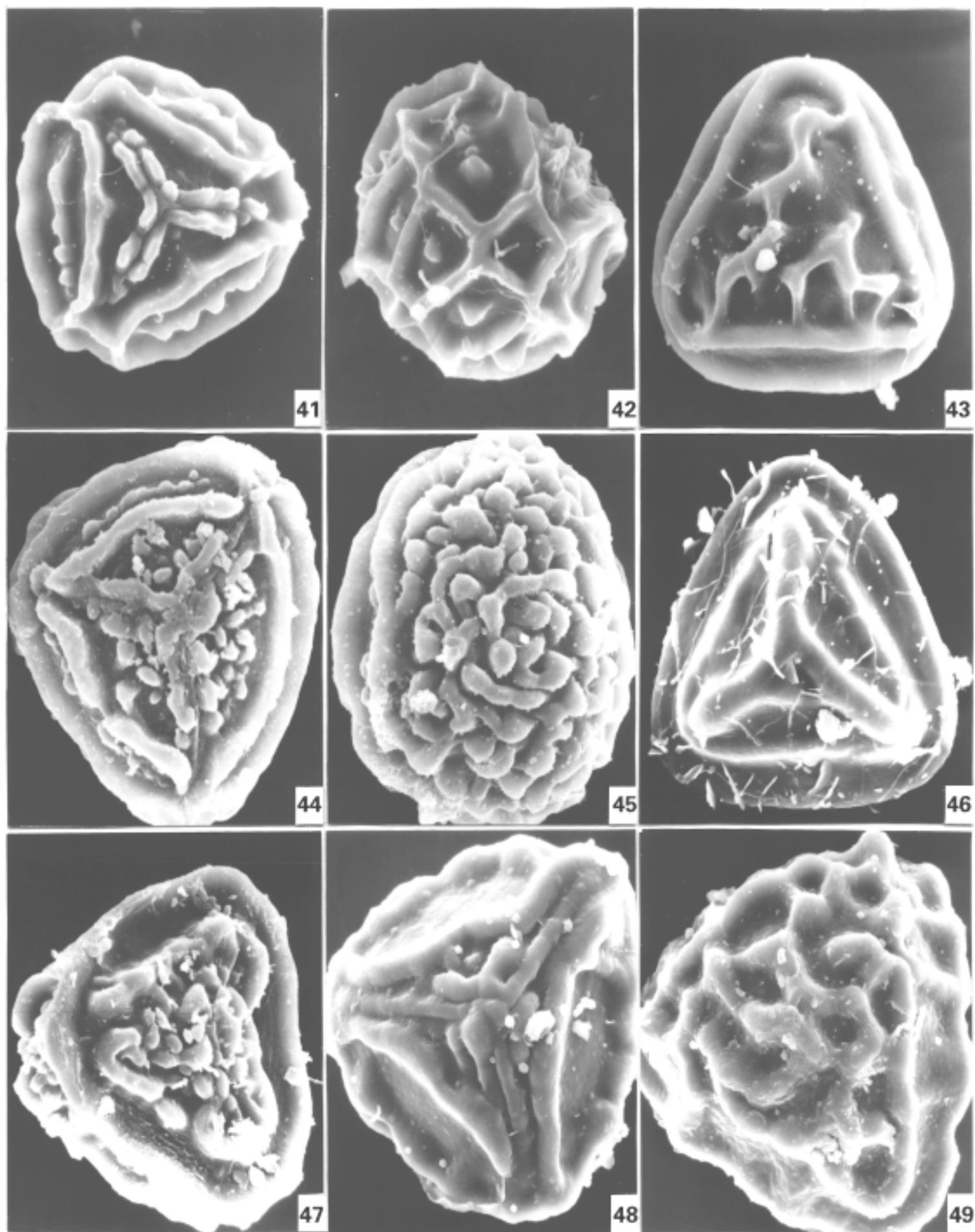
戴锡玲等: 图版

DAI Xi-Ling *et al.*: Plate

戴锡玲等: 图版

DAI Xi-Ling *et al.*: Plate

戴锡玲等: 图版

DAI Xi-Ling *et al.*: Plate

戴锡玲等: 图版

DAI Xi-Ling *et al.*: Plate